



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-007744

出 願 人

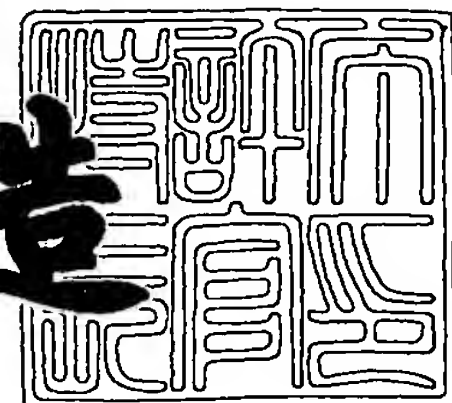
Applicant(s):

川崎製鉄株式会社

2001年11月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3095893

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J01319

【提出日】 平成13年 1月16日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C22C 38/30

【発明の名称】 建築・土木構造用のC r 含有耐腐食鋼

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

【氏名】 太田 裕樹

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

【氏名】 宇城 工

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

【氏名】 平澤 淳一郎

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

【氏名】 古君 修

【特許出願人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018860

【書類名】 明細書

【発明の名称】 建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C : 0.0015~0.02mass%、
 N : 0.0015~0.02mass%、
 Si : 0.1 ~1.0 mass%、
 Mn : 0.1 ~3.0 mass%、
 Cr : 5 mass%超, 8 mass%以下、
 Ni : 0.01~3.0 mass%、
 Al : 0.1 mass%以下、
 P : 0.05mass%以下、
 S : 0.03mass%以下

を含み、さらにCo, VおよびWをそれぞれ

Co : 0.01~1.0 mass%、
 V : 0.01~0.5 mass%および
 W : 0.001 ~0.05mass%

の範囲で、かつ下記 (1)式で表されるZ値が $0.03 \leq Z \leq 1.5$ を満足する範囲において含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成になり、耐長期間腐食性および溶接部じん性に優れることを特徴とする建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼。

記

$$Z \text{ 値} = ([\% \text{Co}] + 1.5 [\% \text{V}] + 4.8 [\% \text{W}]) \quad \text{----(1)}$$

ここで、 $[\% \text{Co}]$, $[\% \text{V}]$, $[\% \text{W}]$ は各元素の含有量 (mass%)

【請求項 2】 請求項 1 において、鋼が、さらに

Cu : 3.0 mass%以下および
 Mo : 3.0 mass%以下

のうちから選んだ1種または2種を含有する組成になり、耐長期間腐食性および溶接部じん性に優れることを特徴とする建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、鋼が、さらに

B : 0.0002~0.0030mass%

を含有する組成になり、耐長期間腐食性および溶接部じん性に優れることを特徴とする建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、溶接構造用部材としてのCr含有鋼、特に構造物の完成後に人目に触れず、しかも外壁材のような厳しい環境に曝されない用途での、建築・土木構造用部材として好適なCr含有耐腐食鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

建築・土木構造用鋼材としては、従来、主に SS400等の普通鋼、 SM490等の高張力鋼ならびにこれらの鋼材に塗装やめっきを施した材料が使用されてきた。

しかしながら、近年の建物の大型化や設計の多様化に伴い、各種の鋼材や材料の利用が検討され始めている。

特に環境問題への関心が高まる中、ライフサイクルコスト（LCC）を重視した材料の選定が検討されるようになってきており、例えば住宅に関しては 100年以上の寿命を前提とした設計が求められ始めている。

【0003】

構造物の長寿命化を考えた場合、めっき鋼板のめっき厚を厚くする方法が考えられるが、溶接を必要とする建築構造物の場合には、溶接後の溶接部の処理に多大な負荷がかかるため、実用には適さないという問題がある。

このような中、耐食性に優れ、発錆に対する保守費用がほとんど必要なく、またリサイクルも容易であるFe-Cr系合金の、建築・土木構造用材料への適用が大いに期待されている。

【0004】

Cr含有鋼の代表であるステンレス鋼は、金属組織の違いから、SUS430に代表されるフェライト系ステンレス鋼、SUS304に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼、SUS410に代表されるマルテンサイト系ステンレス鋼およびSUS329に代表さ

れる2相ステンレス鋼に大別される。

このような各種ステンレス鋼の中で、オーステナイト系ステンレス鋼は、材料強度、耐食性、溶接性、溶接部じん性および汎用性の点で優れるため、従来から建築・土木構造用材料としての適用が試みられてきた。

【0005】

しかしながら、オーステナイト系ステンレス鋼には、

- (1) Ni, Cr等の合金元素を多量に含有しているため、普通鋼に比べると格段に高価である、
- (2) 応力腐食割れ感受性が高い、
- (3) 普通鋼に比べると熱膨張率が大きく、また熱伝導度が小さいため、溶接時の熱影響に起因した歪みが蓄積し易く、精度を要求される部材等への適用が難しい、

といった問題があり、従来、普通鋼や普通鋼に塗装あるいはめっきを施した材料が使用されていた汎用構造材への適用は難しく、適用範囲が制限されるという問題があった。

【0006】

このため、最近では、めっきや塗装を施した普通鋼の代替として、Cr含有量の少ない低Cr含有鋼の建築・土木用材料への適用が検討されており、特にマルテンサイト系ステンレス鋼の建築・土木用材料への適用が考えられている。

マルテンサイト系ステンレス鋼は、上述したような高価なNiを多量に含有するオーステナイト系ステンレス鋼に比べると格段に安価であり、また熱膨張率が小さくかつ熱伝導率が大きいことに加え、普通鋼に比べると著しく耐食性に優れ、しかも高い強度を有するという特徴がある。

また、マルテンサイト系ステンレス鋼では、高Cr含有鋼で問題となる σ 脆化や475℃脆化等の心配がなく、さらにオーステナイト系ステンレス鋼で問題となる塩化物環境下での応力腐食割れのおそれもないという利点がある。

【0007】

しかしながら、SUS410鋼に代表されるマルテンサイト系ステンレス鋼は、C含有量が0.1mass%程度と高いために、溶接部じん性や溶接部の加工性に劣り、し

かも溶接に際しては予熱を必要とし溶接作業性にも劣ることから、溶接が必要な部材に対する適用には問題を残していた。

【 0 0 0 8 】

上記の問題に対し、例えば特公昭51-13463 号公報では、Cr : 10~18mass% , Ni : 0.1 ~3.4 mass% , Si : 1.0 mass%以下およびMn : 4.00mass%以下を含み、さらにC : 0.030 mass%以下、N : 0.020 mass%以下に低減し、溶接熱影響部にマッシュマルテンサイト組織を生成させることによって、溶接部の性能を向上させた溶接構造用マルテンサイト系ステンレス鋼を提案している。

また、特公昭57-28738 号公報には、Cr : 10~13.5mass% , Si : 0.5 mass%以下およびMn : 1.0 ~3.5 mass%を含有すると共に、C : 0.020 mass%以下、N : 0.020 mass%以下に低減し、さらにNiを 0.1mass%未満に低減することによって、溶接前後における予熱、後熱を必要としない、溶接部じん性および加工性に優れた構造用マルテンサイト系ステンレス鋼が提案されている。

【 0 0 0 9 】

ところで、構造用鋼を耐食性の観点から考えた場合には、Cr含有量は高い方が望ましい。しかしながら、実際に使用される構造用鋼の多くは、全く発錆がないような高耐食性を必ずしも必要とはしていない場合が多く、特に構造物の完成後に人目に触れず、しかも外壁材のような厳しい環境に曝されない部材では、完成後の長期間の使用に際して錆汁が垂れ出してこない程度の耐食性があれば充分であり、既存のステンレス鋼ほどの高い耐食性を必要としない。

また、建築・土木用構造材料として用いる場合、表面性状に対する要求が低いので、熱間圧延まま、あるいは熱間圧延後脱スケール処理を施したままでの使用が可能であることが経済的観点から望ましい。

このような要望に対し、Cr含有量を10mass%未満に低減し、しかも熱間圧延ままあるいは熱間圧延後脱スケールを施したままの状態での使用を前提として、コストを抑えた安価なCr含有鋼の開発が進められている。

【 0 0 1 0 】

例えば特許第 3039630号公報には、Cr : 6~18mass% , Si : 0.05~1.5 mass% , Mn : 0.05~1.5 mass%を含有し、またC : 0.005 ~0.1 mass%とし、さらに熱

間圧延での仕上温度を 780℃以下とすることにより、酸化スケール直下に 5 μm 以上のCr欠乏層を生成させることで局部腐食の発生を抑えた、建造構造部材用低腐食速度鋼が提案されている。

【 0 0 1 1 】

また、特開平11-323505号公報には、Cr : 5 ~ 10mass% , Si : 0.05 ~ 1.0mass% , Mn : 0.05 ~ 2.0 mass% を含有し、かつ C : 0.005 ~ 0.03mass% , N : 0.005 ~ 0.03mass% に低減した鋼において、金属部最表層から 0.5 ~ 10 μm の深さのCr量を 5 mass% 未満にすることにより、均一型の全面腐食を生じさせることで、強度低下や破壊を引き起こすような局部的かつ急激な肉厚の減少を抑え、腐食に伴う強度低下を抑制した鋼が提案されている。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、上記した特許第 3039630号公報および特開平11-323505号公報に開示の技術によっても、Cr含有量が10mass%未満の低Cr含有鋼の耐食性は充分ではなく、耐長期間腐食性の一層の改善が望まれていた。

しかも、特開平11-323505号公報に開示の技術は、クラッド法や溶射、めっきといった工程を前提としており、実用化に向けてコスト面で大きな問題が残されていた。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記の問題を有利に解決するもので、外観上の美麗さが問題とならないような溶接構造用材料に関し、熱間圧延ままあるいは熱間圧延後脱スケール処理を施したままでの使用を前提とし、特に構造物の完成後に人目に触れず、しかも外壁材のような厳しい環境にさらされない用途において、建築・土木構造用部材として好適な鋼材を、10mass%未満の低Cr含有量により実現し、同鋼材を安価に提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

本発明鋼は、引張強さ (TS) が 400 ~ 550 MPa 級の強度を有し、特に建築・土木構造用部材としての使用にあたり、100 年以上の使用においても、腐食に伴う強度低下が使用前の 5 % 以下という性能を有している。

また、本発明鋼では、溶接に際し、溶接部のじん性劣化の原因となる熱影響部での粗大粒の生成を、該熱影響部での組織を実質的にマルテンサイト組織とすることによって抑制し、良好な溶接部じん性を確保している。

さらに、本発明鋼は、溶接・加工によって鋼管あるいは形鋼に成形したのち、構造用部材として用いることもできる。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

さて、発明者らは、上記の目的を達成するために、各種元素の影響について綿密な検討を行った。特に、Co, V, Wに注目して、Cr含有量が10mass%未満の低Cr含有鋼において、耐発錆性に及ぼすこれらの元素の影響について調査した。

その結果、適量のCoを添加することによって溶接部じん性が格段に改善されること、またこれらの3元素を複合して適量添加することによって、Ni, Cu, Cr, Moなどの元素を極端に増量することや、Nb, Tiの添加あるいはC, Nの低減といったコストアップの要因を増やすことなしに、耐長期間耐食性を効果的に改善できるとの知見を得た。

【 0 0 1 6 】

以下、本発明を由来するに至った実験結果について説明する。

まず、低Cr含有鋼へのCo添加効果について述べる。

図1に、7mass%Cr鋼に対して、Coを添加した場合の溶接熱影響部じん性の変化について調べた結果を示す。

ここで、溶接部じん性は、板厚：5.5 mmの熱延板に溶接方向が鋼板の圧延方向に垂直な方向となるようにI開先を作製し、1.2 mmφのY309Lタイプの溶接ワイヤを用い、半自動MAG溶接機により溶接継手を作製し、この溶接継手から、図2に示すように、Vノッチ先端位置が止端部から1mm溶接金属側の位置となるように、2mmVノッチサブサイズシャルピー試験片（JIS Z 2202）を採取し、-50℃における吸収エネルギーを測定することにより評価した。なお、Vノッチ先端位置における溶接金属部と母材部との比率a : bは1 : 4であった。

同図から明らかなように、Coを0.01mass%以上添加することによって、溶接部じん性が改善される。特にその効果は、0.03mass%以上の添加で著しい。

【 0 0 1 7 】

次に、Co, V, Wの複合添加の効果について説明する。

図 3 に、同じく 7 mass%Cr鋼板に対し、これら 3 元素を複合添加した場合における耐長期間腐食試験による熱延板の強度低下状況について調べた結果を、Z 値（3 元素の影響を示すパラメータ）との関係で示す。

ここで、Z 値とは、次式(1)

$$Z \text{ 値} = ([\% \text{Co}] + 1.5 [\% \text{V}] + 4.8 [\% \text{W}]) \quad \text{----(1)}$$

ここで、 $[\% \text{Co}]$, $[\% \text{V}]$, $[\% \text{W}]$ は各元素の含有量 (mass%) で示される耐長期間腐食性の指標となる値である。

また、強度低下状況は、板厚：4 mmの熱延板に対し、塩水噴霧(0.1%NaCl, 35℃, 3 h) → 乾燥 (60℃, 3 h) → 湿潤 (50℃, 2 h) を 1 サイクルとする腐食試験を 300 サイクル行った後の、腐食試験全に対する強度（最大引張荷重）低下で評価した。

なお、図 3 には、比較のため、Co, V, Wの単独添加または 2 種添加を行った場合の調査結果についても併せて示す。

同図に示したとおり、Z 値が 0.03 以上になると長期間腐食に伴う強度低下が 5 %以下に激減し、耐長期間腐食性が著しく改善されることが分かる。しかも、3 元素を複合添加していない場合に比べて強度低下が小さい。

【 0 0 1 8 】

本発明は、上記の知見に立脚して完成されたものである。

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. C : 0.0015~0.02mass%、
- N : 0.0015~0.02mass%、
- Si : 0.1 ~1.0 mass%、
- Mn : 0.1 ~3.0 mass%、
- Cr : 5 mass%超, 8 mass%以下、
- Ni : 0.01~3.0 mass%、
- Al : 0.1 mass%以下、
- P : 0.05mass%以下、

S : 0.03mass%以下

を含み、さらにCo, VおよびWをそれぞれ

Co : 0.01~1.0 mass%、

V : 0.01~0.5 mass%および

W : 0.001 ~0.05mass%

の範囲で、かつ下記 (1)式で表されるZ値が $0.03 \leq Z \leq 1.5$ を満足する範囲において含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成になり、耐長期間腐食性および溶接部じん性に優れることを特徴とする建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼。

記

$$Z \text{ 値} = ([\% \text{Co}] + 1.5 [\% \text{V}] + 4.8 [\% \text{W}]) \quad \text{---(1)}$$

ただし、 $[\% \text{Co}]$, $[\% \text{V}]$, $[\% \text{W}]$ は各元素の含有量 (mass%)

【0 0 1 9】

2. 上記1において、鋼が、さらに

Cu : 3.0 mass%以下および

Mo : 3.0 mass%以下

のうちから選んだ1種または2種を含有する組成になり、耐長期間腐食性および溶接部じん性に優れることを特徴とする建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼。

【0 0 2 0】

3. 上記1または2において、鋼が、さらに

B : 0.0002~0.0030mass%

を含有する組成になり、耐長期間腐食性および溶接部じん性に優れることを特徴とする建築・土木構造用のCr含有耐腐食鋼。

【0 0 2 1】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について具体的に説明する。

まず、本発明において、鋼材の成分組成を上記範囲に限定した理由について説明する。

C : 0.0015~0.02mass%, N : 0.0015~0.02mass%

CおよびNは、溶接熱影響部の加工性の改善ならびに溶接割れ防止の観点から

は、可能な限り低減するのが好ましい。また、過度に添加すると熱間圧延までの強度が高くなりすぎ、目標とする強度が得られない。さらに、C, Nは、溶接熱影響部のマルテンサイト相の硬さに大きな影響を及ぼすばかりでなく、炭窒化物の析出に伴うCr欠乏層の形成を助長し、耐食性を劣化させる原因となる。このためC, Nの上限はそれぞれ0.02mass%とする必要がある。一方、C, N量の過度の低減は、精錬コストの増大を招くばかりでなく、熱間圧延までの強度が低下し、目標とする強度が得られなくなる。さらに、溶接熱影響部でのマルテンサイト生成能を低下させ、粗大フェライト粒の生成を助長し、溶接熱影響部のじん性を劣化させる。このためC, Nの下限はそれぞれ0.0015mass%とした。より好ましい組成範囲は、C, Nとも0.0020～0.010 mass%である。

【 0 0 2 2 】

Si : 0.1 ～1.0 mass%

Siは、脱酸剤として有用な元素であるが、含有量が 0.1mass%未満では十分な脱酸効果が得られず、一方 1.0mass%を超える添加はじん性や加工性の低下を招くだけでなく、溶接熱影響部でのマルテンサイト生成能を低下させるので、Si量は 0.1～1.0 mass%の範囲に限定した。より好ましい組成範囲は 0.1～0.5 mass%である。

【 0 0 2 3 】

Mn : 0.1 ～3.0 mass%

Mnは、オーステナイト安定化元素であり、溶接熱影響部のマルテンサイト生成能を増加させ、じん性を改善する効果を有するだけでなく、Siと同様、脱酸剤としての働きをもつ。しかしながら、含有量が 0.1mass%未満ではその添加効果に乏しく、一方 3.0mass%を超えて添加すると加工性の低下やMnSの形成に伴う耐食性の低下を招くため、Mn量は 0.1～3.0 mass%の範囲に限定した。より好ましい組成範囲は 0.1～1.5 mass%である。

【 0 0 2 4 】

Cr : 5 mass%超, 8 mass%以下

Crは、耐食性を向上させる有用元素である。本発明では、外壁材のような厳しい環境での使用は想定していないが、構造物の完成後に人目に触れず、よりマイ

ルドな環境での使用においても、長期間の使用に際して錆汁が垂れてこないようにする必要がある。

このための耐食性を確保するには、5 mass%超の添加が必要である。一方、本発明に関わる安価なCr含有鋼においては、8 mass%を超えるCrの添加はコスト増加を招く。従って、Cr量は5 mass%超，8 mass%以下の範囲に限定した。

【 0 0 2 5 】

Ni : 0.01~3.0 mass%

Niは、延性、じん性を向上させる元素であり、本発明では特に溶接部のじん性を向上させるために添加する。しかしながら、含有量が0.01mass%に満たないとその添加効果に乏しく、一方 3.0mass%を超えて添加しても効果は飽和に達し、むしろ素材が硬質化して加工性が劣化するため、Ni量は0.01~3.0 mass%の範囲に限定した。

【 0 0 2 6 】

Al : 0.1 mass%以下

Alは、脱酸剤として作用する元素であるが、多量に含有すると酸化物系介在物が増加し、製鋼段階でのノズル詰まり等の原因となったり、へげ等の表面欠陥の原因となり耐食性の低下を招く。このためAl量は 0.1mass%以下に限定した。

【 0 0 2 7 】

P : 0.05mass%以下

Pは、熱間加工の際に割れを誘発し、また耐食性に対しても有害な元素であるが、含有量が0.05mass%までならその悪影響が顕著とならず許容できるので、P量は0.05mass%に制限した。より好ましくは0.03mass%以下である。

【 0 0 2 8 】

S : 0.03mass%以下

Sは、硫化物を形成し、鋼の清浄度を低下させるだけでなく、MnSを形成して発錆の起点となる。また、Sは、結晶粒界に偏析し粒界脆化を促進する有害な元素でもあるので、できるだけ低減するのが好ましい。しかしながら、0.03mass%以下であれば、その悪影響が顕著とならず許容できる。

【 0 0 2 9 】

Co : 0.01~1.0 mass%

Coは、本発明の骨子となる元素の1つであり、10mass%未満の低Cr含有鋼に対し、微量添加することで、溶接部じん性が著しく改善される。しかしながら、含有量が0.01mass%未満ではその効果が得られず、一方 1.0mass%を超えて添加すると素材が硬質化し加工性が劣化するので、Co量は0.01~1.0 mass%の範囲に限定した。より好ましい添加範囲は0.03~1.0 mass%である。

【0030】

Z 値 ([%Co] + 1.5 [%V] + 4.8 [%W]) = 0.03~1.5

Co, VおよびWは、本発明において特に重要な元素である。これまで、溶接熱影響部の溶接割れ感受性を改善するためには、 $P_{CM} \{ = C + Si / 30 + (Mn + Cu + Cr) / 20 + Ni / 60 + Mo / 15 + V / 10 + 5 B \}$ あるいはNi当量、Cr当量といった値の適正化が検討されてきた。このため、溶接熱影響部の特性改善に加え、耐腐食性および延性・加工性の改善を図るために、これらのパラメータに大きく影響するCr, Mo, Niや、C, N, Nb, Tiといった元素に注目した検討が行われてきた。

しかしながら、CoおよびWについては、耐食性やフェライト相、オーステナイト相の安定性に影響を与えるにもかかわらず、 P_{CM} あるいはNi当量、Cr当量といったパラメータに及ぼす影響や、熱延ままあるいは熱延後脱スケールままの鋼板の耐長期間腐食性に及ぼす影響について、詳細な検討が行われていなかった。

本発明では、熱延ままあるいは熱延後脱スケールままの鋼板の耐長期間腐食性に及ぼすCo, V, Wの影響、特にこれらを複合して添加した場合の効果を定量的に評価し、これら元素の適正な添加範囲および適正比率を明らかにした。

【0031】

これら3元素の効果の指標となるZ値は、耐長期間腐食性の指標となる値で、先に述べたように、このZ値が0.03以上となるようにCo, V, Wを複合添加することによって所望の効果が得られる。

ここに、これら3元素の複合添加によって耐長期間腐食性が改善される機構は明らかではないが、長期間腐食において、最も強度低下の原因となる局部的かつ急激な腐食に対して、鋼板表面あるいはスケール中に濃化したCo, V, Wが有効に働き、被腐食面全体が均一に腐食されるようになったためと考えられる。

一方、Z 値が 1.5 を超えるような添加を行った場合、耐長期間腐食性の効果は飽和する上、硬質化により加工性がかえって低下する。

このため、Z 値は 0.03 ~ 1.5 の範囲に限定した。より好ましい範囲は 0.05 ~ 1.0 である。

【 0 0 3 2 】

V : 0.01 ~ 0.5 mass%、W : 0.001 ~ 0.05 mass%

また、V、W の含有量はそれぞれ、V : 0.01 ~ 0.5 mass%、W : 0.001 ~ 0.05 mass% に限定する必要がある。というのは、上記した Z 値が適正範囲 ($0.03 \leq Z \leq 1.5$) を満足していても、各々の含有量が下限値を下回ると複合添加による効果が得られず、一方 V の添加量が 0.5 mass%、また W の添加量が 0.05 mass% を超えると、炭化物の析出が著しくなり、母材および溶接熱影響部のじん性が著しく低下するからである。より好ましい添加量は、V : 0.05 ~ 0.3 mass%、W : 0.005 ~ 0.03 mass% である。

【 0 0 3 3 】

このように、本発明による低 Cr 含有鋼への Co 添加による溶接熱影響部のじん性改善効果、および Co、V、W の複合添加による耐長期間腐食性向上効果を利用することにより、高価な Ni、Cu、Cr、Mo などの元素を極端に増量することや、Nb、Ti の添加あるいは C、N の低減といったコストアップの要因を増やすことなしに、溶接部じん性と、熱延ままあるいは熱延後脱スケールままの状態での耐長期間腐食性との両立が可能となったのである。

【 0 0 3 4 】

以上、必須成分および抑制成分について説明したが、本発明では、その他にも以下の元素を適宜含有させることができる。

Cu : 3.0 mass% 以下

Cu は、耐食性を向上させる元素であり、高い耐食性を必要とする場合に添加することが有効である。しかしながら、3.0 mass% を超えて添加すると、熱間圧延等における熱間割れのおそれが生じるため、Cu は 3.0 mass% 以下で含有させるものとした。なお、より好ましくは効果が顕著となる 0.1 mass% を下限とし、1.0 mass% 以下で含有させることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

Mo : 3.0 mass%以下

Moは、Cu同様、耐食性の改善に有効な元素である。しかしながら、3.0 mass%を超えて添加すると、加工性が低下するだけでなく、オーステナイト相の安定性が低下し、特に溶接熱影響部のじん性が低下する。このため、Moは 3.0mass%以下で含有させるものとした。なお、加工性と耐食性の両立という観点からは 0.1～1.0 mass%の範囲が好適である。

【 0 0 3 6 】

B : 0.0002～0.0030mass%

Bは、焼入れ性の向上を通じて特に溶接熱影響部のじん性改善に効果がある。しかしながら、含有量が0.0002mass%以下ではその効果に乏しく、一方0.0030mass%を超える添加では、硬化が大きくなり、母材、溶接熱影響部とも、じん性および加工性が損なわれる。

このため、Bは0.0002～0.0030mass%の範囲で含有させるものとした。なお、より好ましい添加範囲は0.0005～0.0010mass%である。

【 0 0 3 7 】

次に、本発明鋼の好適製造方法について説明する。

まず、上記の好適成分組成に調整した溶鋼を、転炉または電気炉等の通常の溶製法にて溶製したのち、真空脱ガス（RH法）、VOD法、AOD法等の公知の精練方法で精練し、ついで連続鑄造あるいは造塊一分塊法でスラブ等に鑄造して鋼素材とする。

ついで、鋼素材は、加熱され、熱間圧延工程により鋼板、形鋼、棒鋼等の所定の形状の鋼材とされる。熱間圧延工程における加熱温度は特に限定しないが、加熱温度が高すぎると結晶粒の粗大化を招き、じん性・加工性が劣化するばかりでなく、 δ フェライトが生成し熱間圧延時に割れが生じ易くなる場合がある。一方、加熱温度が低すぎると圧延が困難となる。このため加熱温度は1000～1300℃程度とするのが好ましい。また、熱間圧延工程では所定の板厚・寸法の鋼材とすることができればよく、熱間圧延条件は特に限定されないが、熱間圧延の仕上温度は 800～1100℃とするのが生産性の面から好ましい。

【 0 0 3 8 】

熱間圧延後の鋼材は、そのまま、あるいはその後ショットブラスト、酸洗等による脱スケール処理を行ったのち、製品となる。必要に応じ、防錆剤等を熱延まま、あるいは脱スケール処理後の鋼材表面に塗布してもよい。また、より軟質な材料とする場合には、熱間圧延後に 600～900℃ に加熱・保持するバッチ式あるいは連続式の熱延板焼鈍を施してもよい。さらに、表面の硬質化あるいは表面粗さの低減や表面光沢を必要とする場合などは、脱スケール処理後に調質圧延により冷間での軽圧下を施すことは有利である。

製品となる鋼材は、そのまま構造用鋼材として用いることができ、また熱間圧延により得られる鋼板を必要に応じて角状あるいは円筒状のパイプ、各種形鋼等の素材として用いることもできる。

【 0 0 3 9 】

【実施例】

表 1 に示す成分組成の溶鋼を、転炉－2 次精錬工程で溶製し、連続鑄造法でスラブとした。これらのスラブを、加熱後、熱間圧延により板厚：4 mm および板厚：5.5 mm の熱延板とした。スラブ加熱温度は 1100～1200℃、熱間圧延の仕上温度は 800～1050℃、巻き取り温度は 600～900℃ であった。また、得られた熱延板の一部は脱スケール処理を行った。

これらの鋼板から試験片を採取し、引張試験、腐食試験および溶接試験を行い、強度、伸び、耐長期間腐食性および溶接部じん性について評価した。

【 0 0 4 0 】

測定方法は次のとおりである。

(1) 強度、伸び

板厚：4 mm の熱延板（脱スケール材を含む）から、引張方向が圧延方向に平行になるよう JIS 13 号 B 試験片（JIS Z 2201）を採取し、引張試験を実施して、伸び（E1）および引張強さ（TS）を測定した。

【 0 0 4 1 】

(2) 耐長期間腐食性

板厚：4 mm の熱延板（脱スケール材を含む）に対し、塩水噴霧（0.1%NaCl, 35

℃, 3 h) → 乾燥 (60℃, 3 h) → 湿潤 (50℃, 2 h) を 1 サイクルとする腐食試験を 300 サイクル行った。この試験方法により、100 年使用後相当における耐腐食性を評価することができる。腐食試験後の鋼板から引張方向が圧延方向に平行になるよう JIS 13 号 B 試験片を採取して引張試験を実施し、次式により腐食に伴う強度低下を求めた。

$$\Delta TS = \left[(P_{\max}^0 - P_{\max}) / P_{\max}^0 \right] \times 100 \quad (\%)$$

ここで、 P_{\max}^0 : 腐食試験前の鋼板を用いた引張試験における最高荷重点での荷重

P_{\max} : 腐食試験後の鋼板を用いた引張試験における最高荷重点での荷重

【 0 0 4 2 】

(3) 溶接部じん性

板厚 : 5.5 mm の熱延板 (脱スケール材を含む) より、溶接方向が鋼板の圧延方向に垂直な方向になるように I 開先を作製し、1.2 mm ϕ の Y309L タイプ溶接ワイヤを用い、半自動 MAG 溶接機により溶接継手を作製し、溶接熱影響部のじん性を評価した。溶接条件は、雰囲気ガス : Ar (流量 : 15 リットル/min) + CO₂ (流量 : 4 リットル/min)、電圧 : 20 ~ 30 V、電流 : 200 ~ 250 A、ギャップ : 2 ~ 3 mm、溶接速度 : 30 ~ 60 cm/min の 1 パス溶接とした。

得られた溶接継手から、図 2 に示したように、V ノッチ先端位置が止端部から 1 mm 溶接金属側の位置となるように、2 mm V ノッチ—サブサイズシャルピー試験片 (JIS Z 2202) を採取し、-50℃ における吸収エネルギーを測定した。なお、V ノッチ先端位置における溶接金属部と母材部との比率 a : b はおよそ 1 : 4 であった。

得られた結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 3 】

【表1】

鋼 記号	成 分 組 成 (mass%)														Z 値	備 考	
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	N	Mo	Cu	B	Co	V			W
A	0.0050	0.20	1.35	0.030	0.005	0.002	7.64	0.19	0.0042	—	—	—	0.054	0.093	0.005	0.22	発明例
B	0.0020	0.28	1.05	0.021	0.004	0.010	7.97	0.51	0.0020	—	—	—	0.223	0.084	0.008	0.39	〃
C	0.0148	0.96	0.10	0.032	0.007	0.060	5.31	0.03	0.0022	—	—	—	0.020	0.153	0.010	0.30	〃
D	0.0023	0.84	0.12	0.030	0.005	0.086	5.14	0.02	0.0147	—	—	—	0.053	0.031	0.006	0.13	〃
E	0.0053	0.12	0.30	0.010	0.001	0.008	7.51	0.30	0.0057	—	—	—	0.141	0.076	0.003	0.27	〃
F	0.0062	0.15	1.40	0.020	0.005	0.004	6.77	0.09	0.0060	—	—	—	0.321	0.141	0.016	0.61	〃
G	0.0042	0.22	1.55	0.031	0.006	0.001	7.99	0.31	0.0043	—	—	0.0005	0.014	0.494	0.049	0.99	〃
H	0.0028	0.24	2.97	0.029	0.007	0.005	5.11	0.02	0.0030	—	—	—	0.970	0.094	0.005	1.14	〃
I	0.0054	0.26	1.29	0.029	0.007	0.010	5.03	0.95	0.0050	—	—	—	0.041	0.197	0.040	0.53	〃
J	0.0044	0.33	0.90	0.022	0.004	0.004	6.02	0.23	0.0050	1.00	0.24	—	0.301	0.061	0.002	0.40	〃
K	0.0046	0.21	0.77	0.025	0.005	0.005	6.86	0.25	0.0040	—	0.51	—	0.032	0.105	0.020	0.29	〃
L	0.0051	0.20	1.12	0.031	0.005	0.024	6.24	0.33	0.0041	0.51	—	—	0.030	0.094	0.005	0.20	〃
M	0.0030	0.19	1.05	0.047	0.030	0.006	5.33	0.09	0.0028	2.90	—	—	0.011	0.011	0.003	0.04	〃
N	0.0027	0.27	1.24	0.030	0.006	0.001	5.10	0.04	0.0030	—	2.81	—	0.182	0.066	0.006	0.31	〃
O	0.0069	0.26	1.42	0.031	0.006	0.005	4.40	0.40	0.0063	—	—	—	0.051	0.074	0.005	0.19	比較例
P	0.0220	0.22	1.55	0.029	0.006	0.007	7.98	0.38	0.0214	—	—	—	0.036	0.151	0.036	0.44	〃
Q	0.0051	0.14	1.34	0.030	0.004	0.004	7.56	0.27	0.0055	—	—	—	—	0.052	0.020	0.17	〃
R	0.0049	0.17	1.50	0.028	0.005	0.002	7.69	0.18	0.0040	—	—	—	0.047	0.108	—	0.21	〃
S	0.0060	0.22	1.11	0.030	0.006	0.001	7.31	0.12	0.0030	—	—	—	0.028	—	0.011	0.08	〃

【0044】

【表 2】

No.	鋼 記号	脱スケール 処理の有無	鋼 板 特 性		溶接部特性 vE_{-50} (J/cm ²)	耐長時間 腐食性 $\Delta TS(\%)$	備 考
			TS (MPa)	El (%)			
1	A	なし	520	32.7	242	2.2	発明例
2		有り	516	32.6	240	1.6	〃
3	B	なし	430	40.8	240	1.2	〃
4		有り	435	40.5	245	0.9	〃
5	C	なし	550	31.0	180	3.0	〃
6	D	なし	548	31.4	215	4.4	〃
7	E	なし	457	37.4	240	1.3	〃
8	F	なし	430	39.6	230	0.8	〃
9	G	なし	544	30.8	190	1.0	〃
10	H	なし	540	31.5	230	4.0	〃
11	I	なし	414	40.1	220	2.8	〃
12		有り	413	40.0	220	2.4	〃
13	J	なし	540	32.0	242	2.0	〃
14	K	なし	522	33.1	205	1.4	〃
15	L	なし	505	34.4	200	1.7	〃
16	M	なし	495	33.8	160	3.0	〃
17	N	なし	427	39.0	240	2.0	〃
18	O	なし	417	38.8	220	<u>5.6</u>	比較例
19		有り	417	38.8	220	<u>5.4</u>	〃
20	P	なし	<u>684</u>	21.0	215	<u>7.8</u>	〃
21	Q	なし	518	32.0	100	<u>7.9</u>	〃
22	R	なし	528	30.4	230	<u>7.2</u>	〃
23	S	なし	515	32.6	180	<u>8.0</u>	〃

【0 0 4 5】

表 2 に示したとおり、本発明の成分組成範囲を満足する発明例は、良好な溶接

部じん性を有し、同時に 100年使用後相当での強度低下が 5 %以内であり、極めて良好な耐長期間腐食性を有することが分かる。

これに対し、比較例は、発明例に比べると溶接部じん性および耐長期間腐食性とも劣っていた。

【 0 0 4 6 】

【発明の効果】

かくして、本発明によれば、加工性および溶接部じん性に優れるだけでなく、熱延ままあるいは熱延後脱スケールままの使用において耐長期間腐食性に優れた Cr含有鋼を安定して得ることができる。

また、本発明の Cr含有鋼は、建築・土木構造用材料としての用途をはじめとする、安価な材料の提供に対する要求に応えるものであり、またライフサイクルコストを大幅に低減することもでき、その工業的利用価値は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

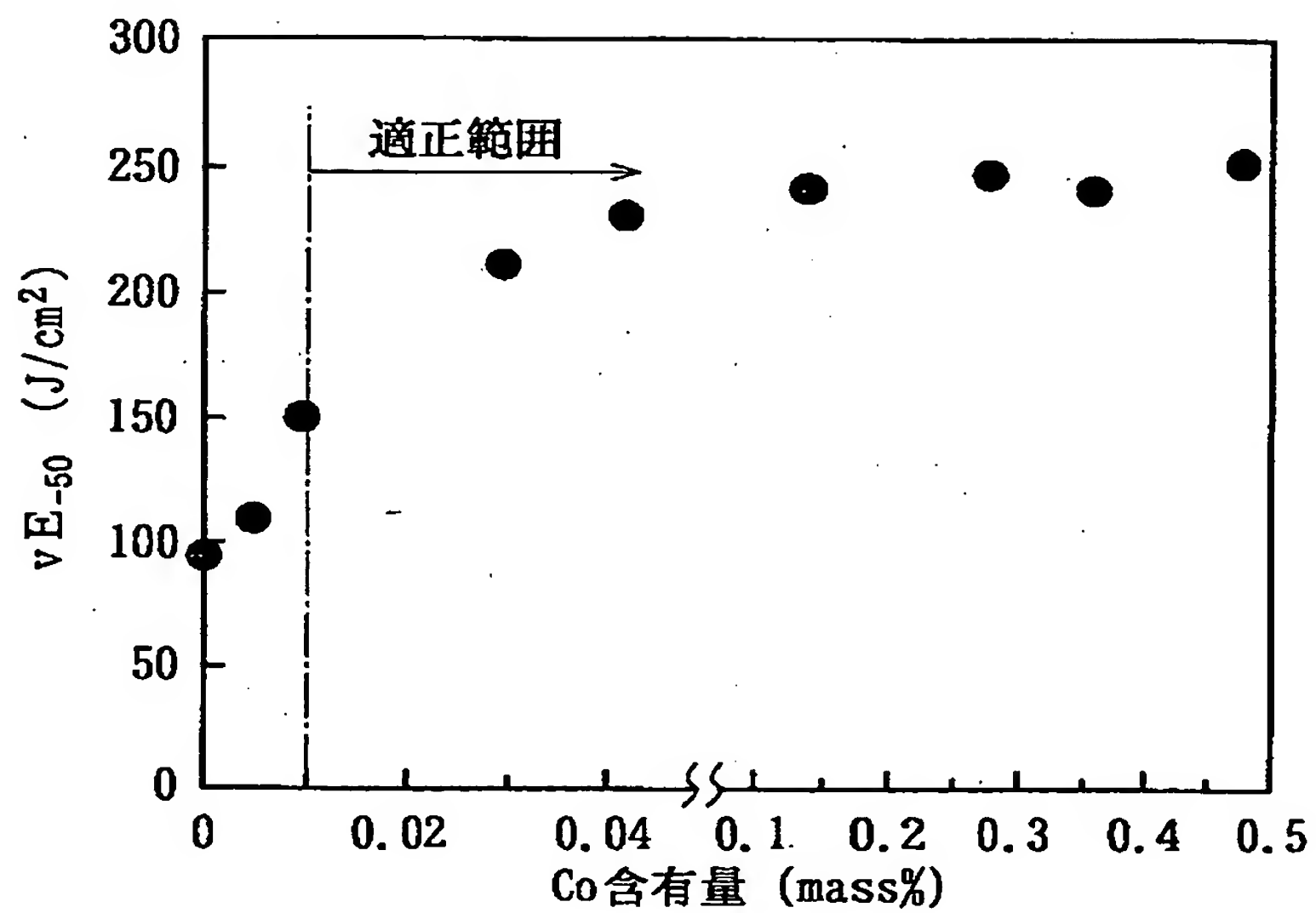
【図 1】 溶接部じん性に及ぼす Co添加量の影響を示したグラフである。

【図 2】 シャルピー試験片の V ノッチ先端位置と溶接部との位置関係を示した図である。

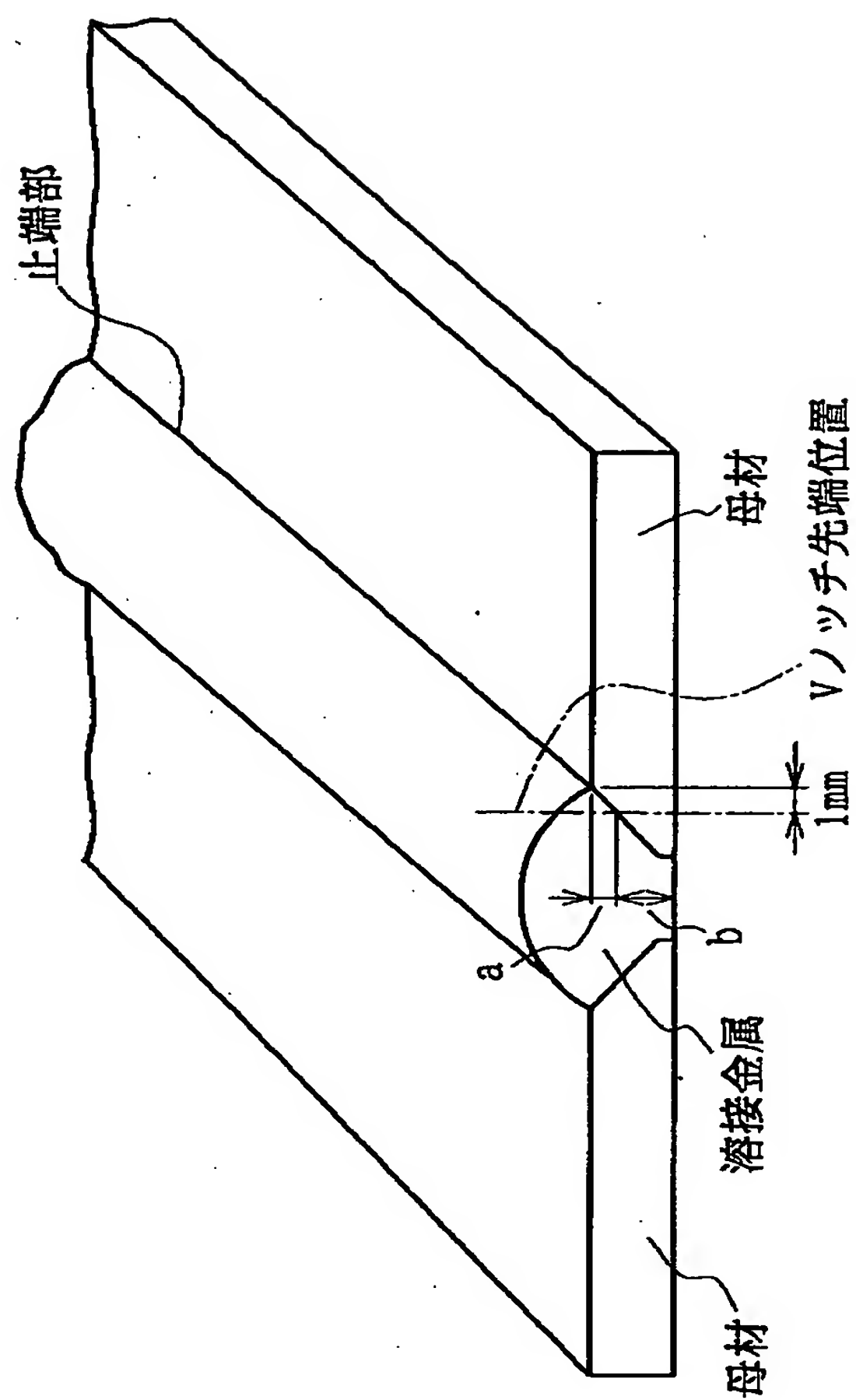
【図 3】 長期間腐食に伴う強度低下と Z 値との関係を示したグラフである。

【書類名】 図面

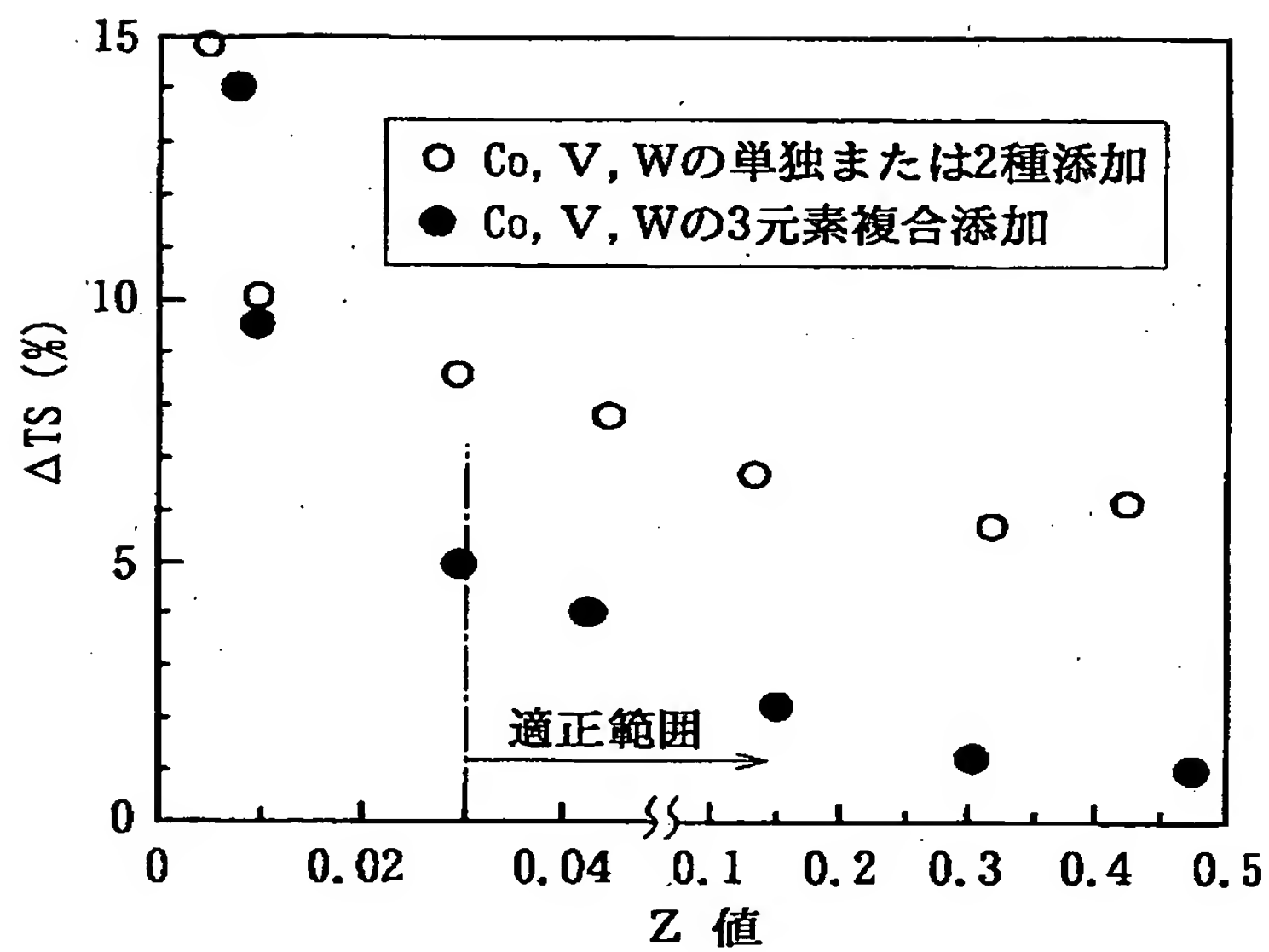
【図1】



【図2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 構造物の完成後に人目に触れず、しかも外壁材のような厳しい環境に曝されない、建築・土木構造用部材としての用途に供して好適なCr含有耐腐食鋼を提供する。

【解決手段】 C : 0.0015~0.02mass%、N : 0.0015~0.02mass%、Si : 0.1 ~ 1.0 mass%、Mn : 0.1 ~ 3.0 mass%、Cr : 5 mass%超, 8 mass%以下、Ni : 0.01 ~ 3.0 mass%、Al : 0.1 mass%以下、P : 0.05mass%以下、S : 0.03mass%以下を含み、さらにCo, VおよびWをそれぞれCo : 0.01~1.0 mass%、V : 0.01~0.5 mass%およびW : 0.001 ~ 0.05mass%の範囲で、かつ次式 (1)で表されるZ値が $0.03 \leq Z \leq 1.5$ を満足する範囲において含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成とする。

$$Z \text{ 値} = ([\% \text{Co}] + 1.5 [\% \text{V}] + 4.8 [\% \text{W}]) \quad \text{----(1)}$$

ここで、 $[\% \text{Co}]$, $[\% \text{V}]$, $[\% \text{W}]$ は各元素の含有量 (mass%)

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001258]

1. 変更年月日 1990年 8月13日

[変更理由] 新規登録

住 所 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

氏 名 川崎製鉄株式会社